

26 AU 28 NOVEMBRE 2024

Journées horticoles et grandes cultures

AU CENTRE COMMUNAUTAIRE DE SAINT-RÉMI



Santé des sols, gestion de l'azote et changement climatique

une approche pragmatique pour s'adapter et progresser

Martin Chantigny, Ph.D.

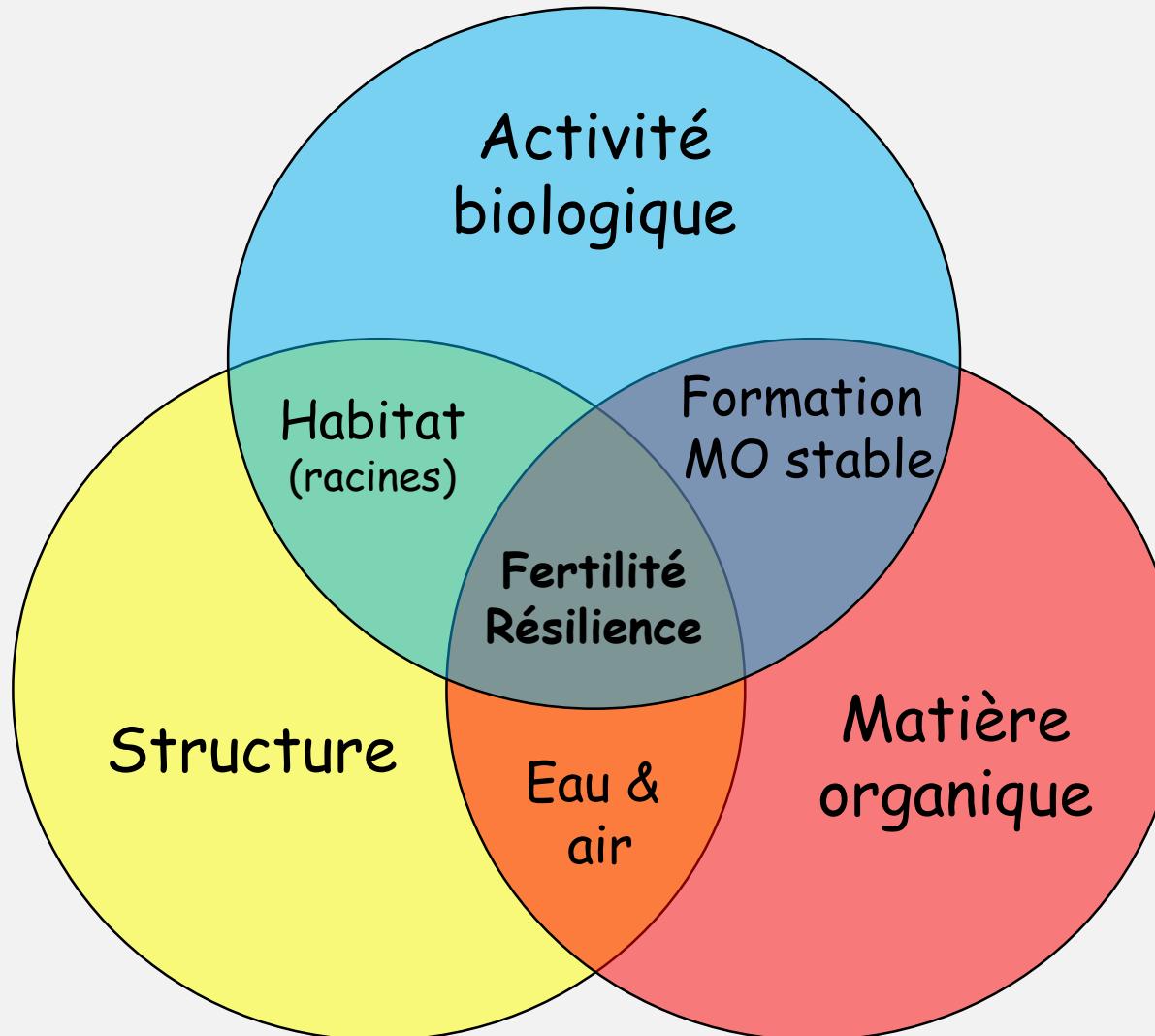
Agriculture et agroalimentaire Canada
Centre de R&D de Québec

28 novembre 2024

Ce qu'il faut démontrer

- Une gestion rentable et durable de l'azote ne peut se faire sans travailler sur la santé des sols
- La santé des sols est un déterminant clé de la résilience des entreprises agricoles face au changement climatique
- Les enjeux à considérer sont:
 - ✓ le changement de régime des précipitations
 - ✓ la capacité du sol à absorber l'eau qui tombe tout en se ressuyant rapidement pour maintenir une bonne oxygénation du sol

Santé du sol : trois piliers interreliés



- Une **approche intégrée d'amélioration des trois piliers** est requise pour obtenir des sols en santé et augmenter leur fertilité et la résilience de l'entreprise.
- Augmenter la MO et une bonne gestion de l'azote auront des bénéfices limités sur des sols compactés.
- Prenez le temps d'évaluer l'état structurel des sols

Structure du sol

Dresser un état des lieux : compaction ?



Un remède; pas une solution !

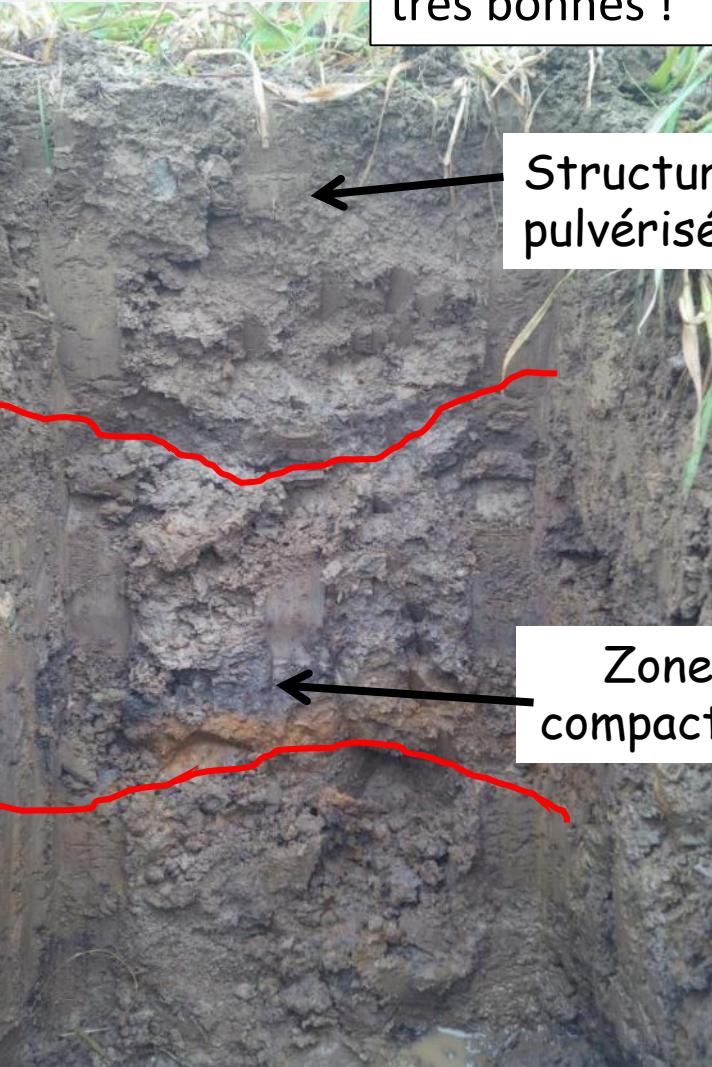


Faites affaire avec des spécialistes !

- Drainage souterrain ? Pas la solution...
- Sous-solage: précautions à prendre avant, pendant et après le sous-solage pour en tirer profit à long terme. Ce n'est pas une solution à répétition !

Perte de structure et compaction :

des maladies silencieuses...



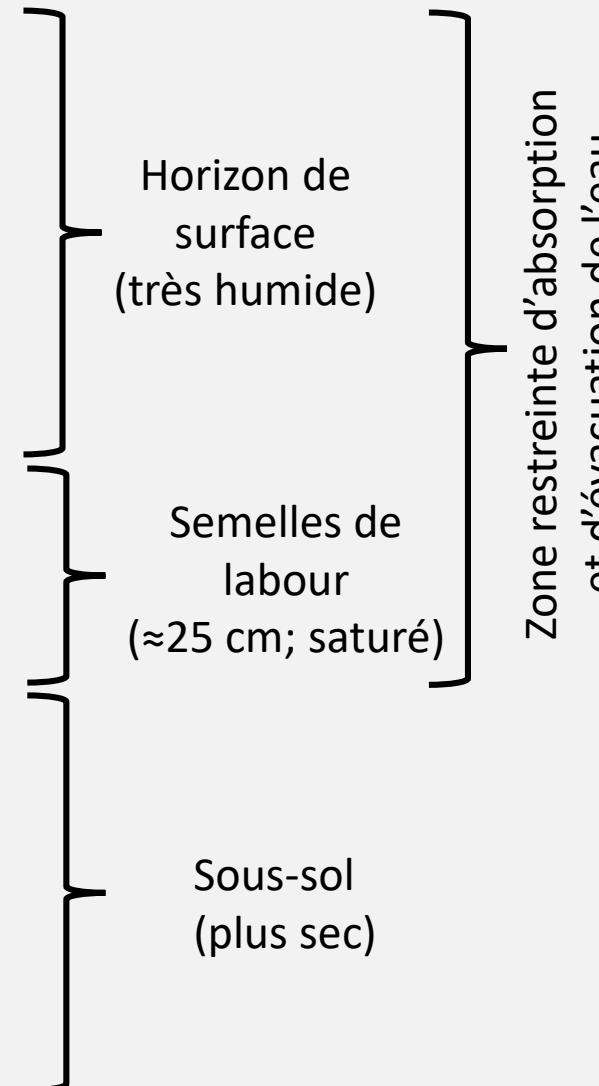
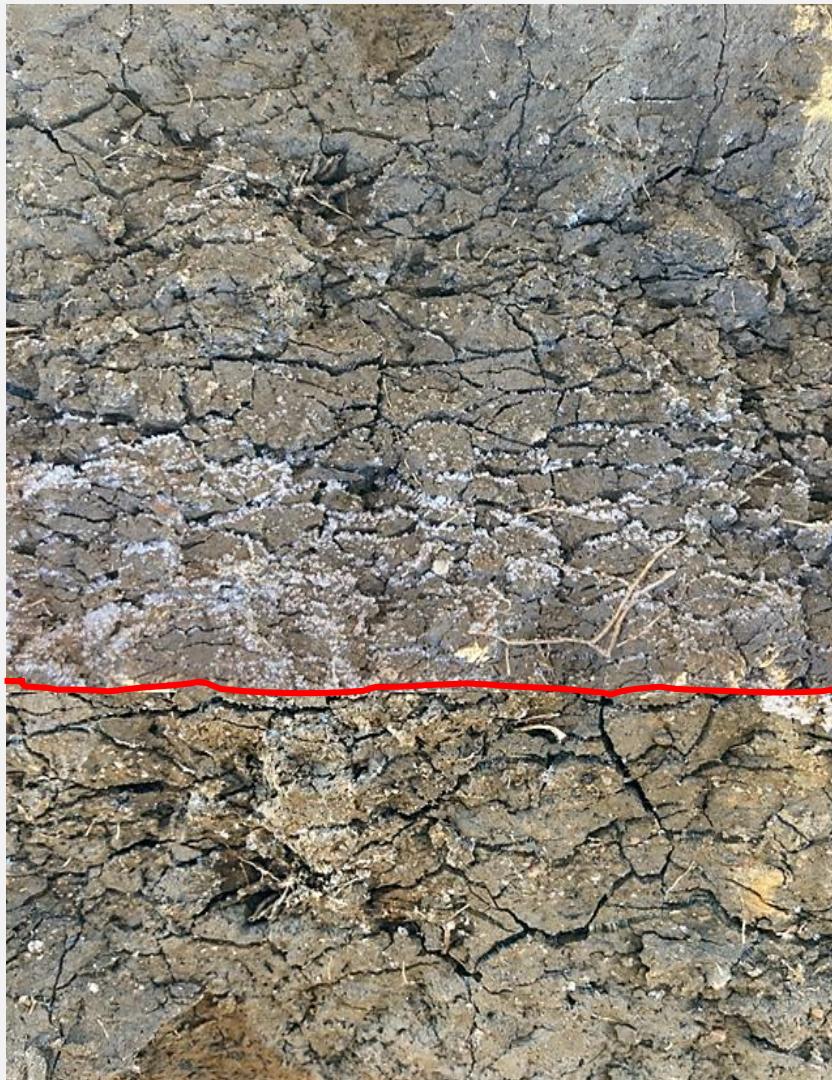
Les analyses de sol étaient
très bonnes !



Zones
anoxiques



Structure du sol et gestion de l'eau



Mauvais égouttement =

- mauvaise oxygénation =
- mauvais développement racinaire/maladie =
- mauvaise capacité à récupérer l'azote =
- besoin de plus d'azote =
- hausse des dépenses (\$\$\$)

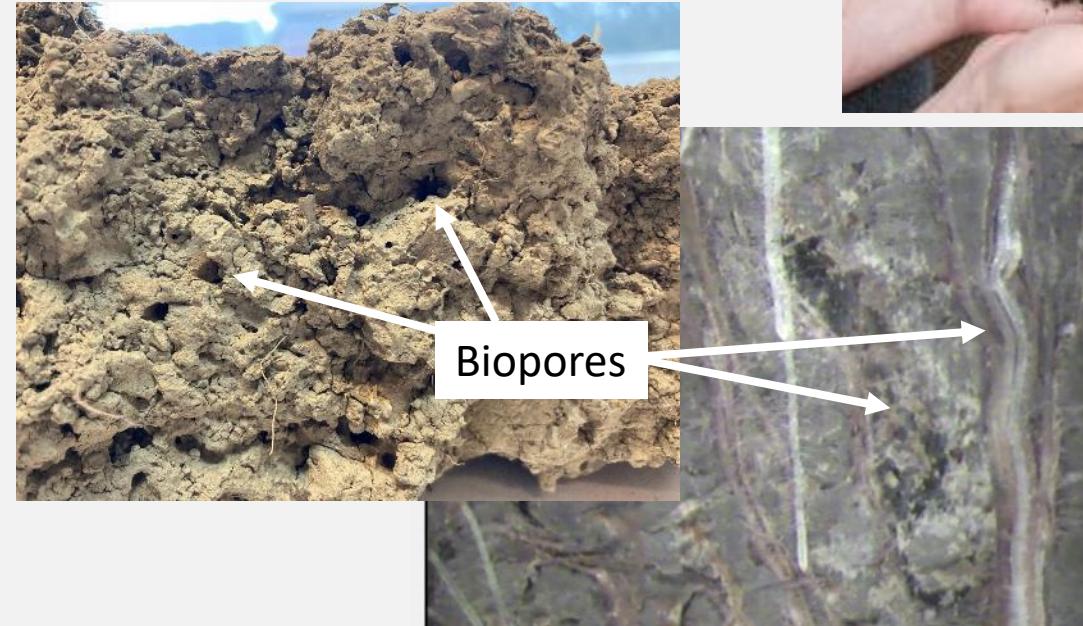
Efficacité de l'azote diminue =

- hausse des pertes environnementales

Perdant sur tout la ligne !

Structure du sol – quoi surveiller ?

- Agrégation de surface (diamètre et résistance à l'érosion)
 - Infiltration de l'eau; aération
- Macroporosité en profondeur (biopores)
 - Libre circulation de l'eau et de l'air
 - Croissance racinaire
 - Vers de terre



Matière organique – l'ossature du sol

Cultures et
Organismes
du sol

Énergie
nutriments

Apport de
matière
organique

Carburant



Agrégation

Rétention

Éponge

Ressuyage

Infiltration

Réserve
d'eau



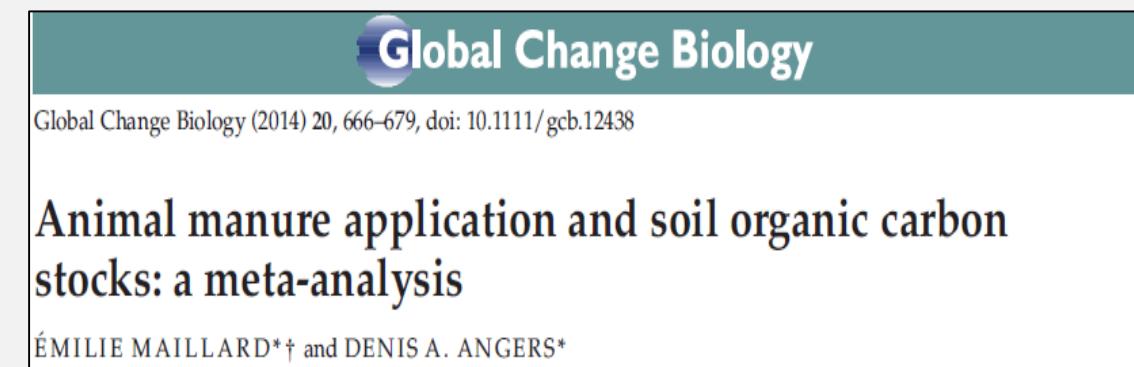
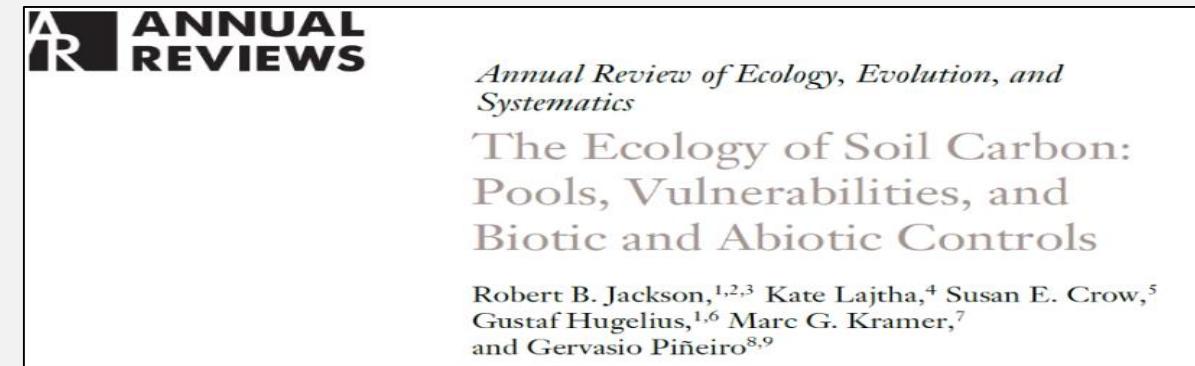
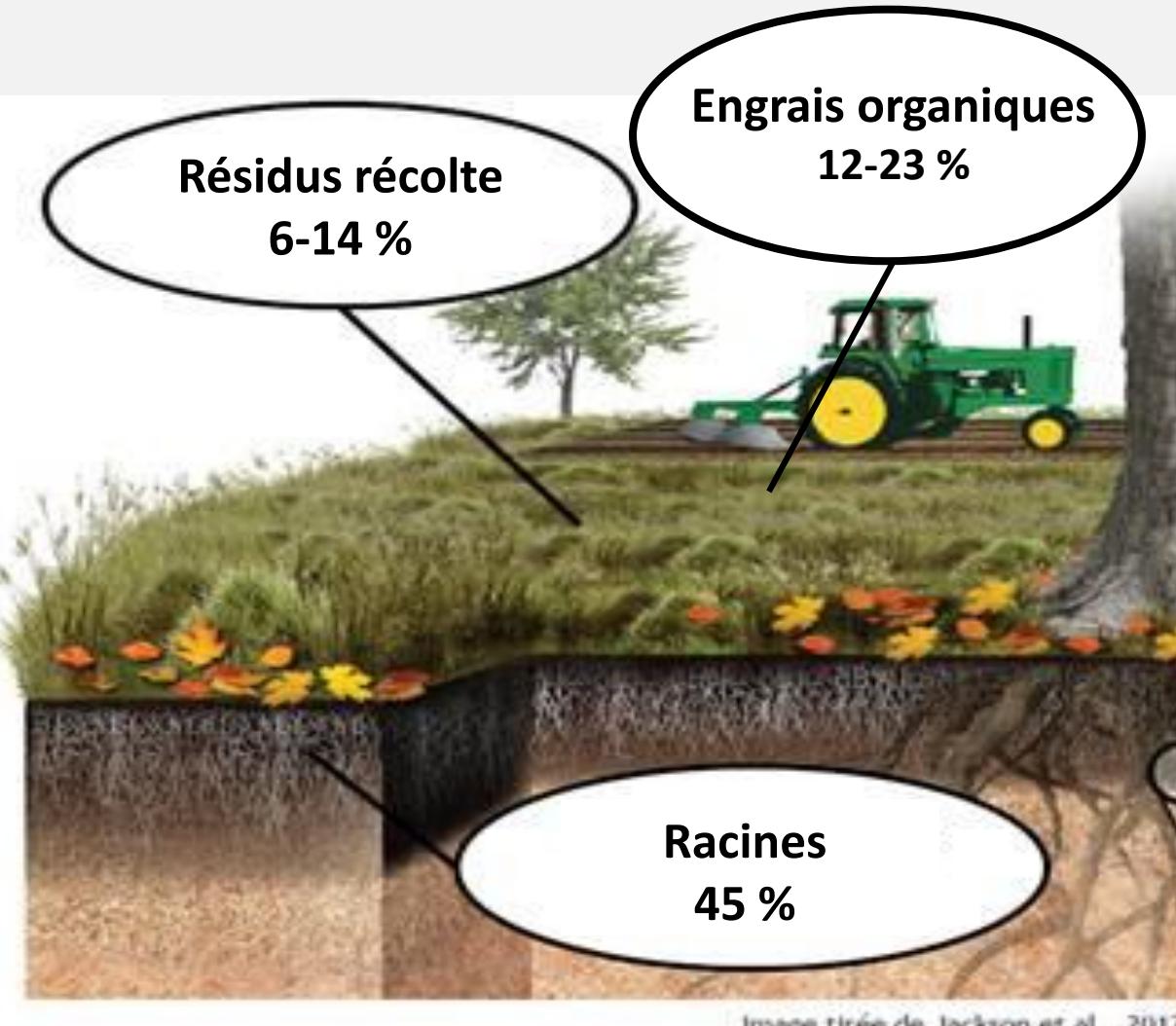
Circulation O₂
Croissance
racinaire

Résilience aux
changements
climatiques



Tous les résidus forment de la MO, mais...

La quantité dépend du type de résidu !

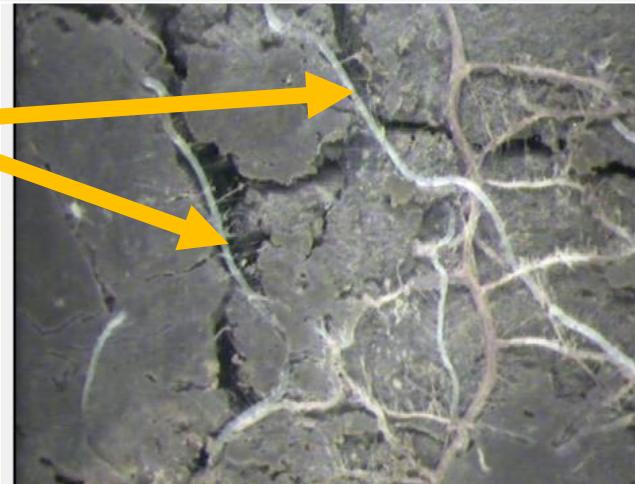


- Racines = le summum ☺
- Mixité de patrons racinaires

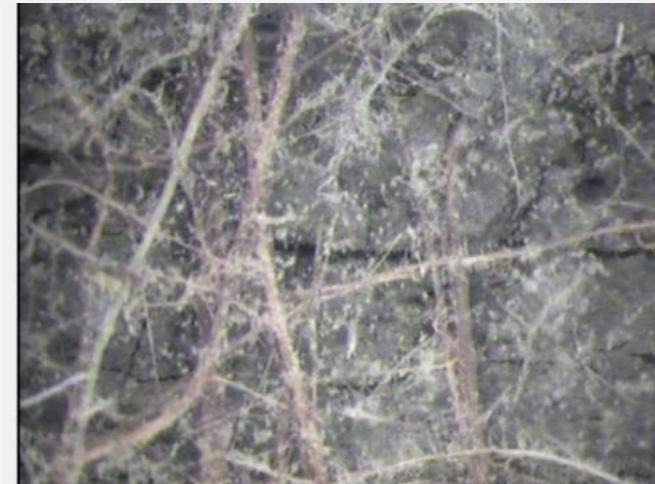
Racines – sol – microorganismes

une relation intime de réciprocité

Racines jeunes
empruntent les
espaces entre les
agrégats (fentes de
retrait, biopores)



Racines explorent le
sol pour se nourrir /
Sécrètent des
composés solubles
biodégradables



En croissant: créent un
filet protecteur
autour des agrégats

Établissent des
symbioses (mycorhizes)
qui augmentent
l'exploration



Meurent et deviennent
de la nourriture pour
les habitants du sol
(MO)

Photos: Marie-Noëlle Thivierge - AAC

Les champignons : des alliés à protéger

- En général (décomposeurs et mycorhizes)
 - Stabilisation des gros agrégats ($> 1 \text{ mm}$)
 - Produits microbiens propices à la formation de MO stable
 - Augmentent le cyclage et l'acquisition des nutriments
 - Améliorent l'approvisionnement des cultures en eau
- N'aiment pas le travail du sol !
 - Détruit leurs hyphes
- Réduire l'intensité du travail
 - Énergie et fréquence
 - Strip-till (zone-till)
- Réduire la profondeur du travail
 - Besoin de biopores
 - Miser sur nos alliés: racines, champignons et vers

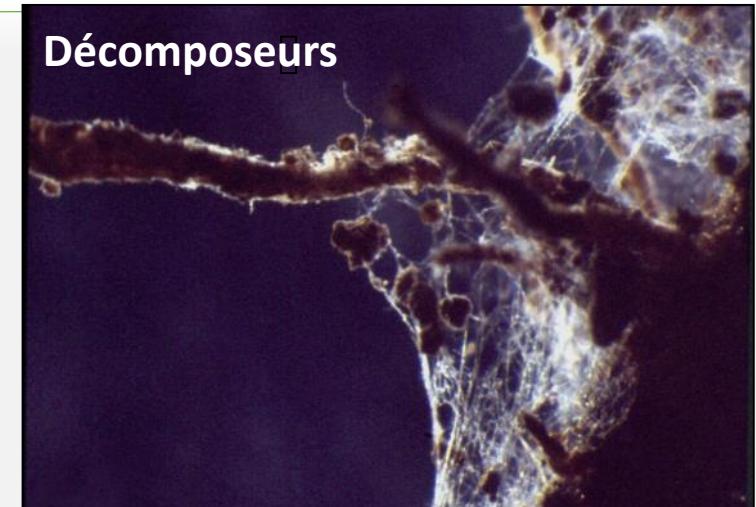


Photo: AAC - Martin Chantigny

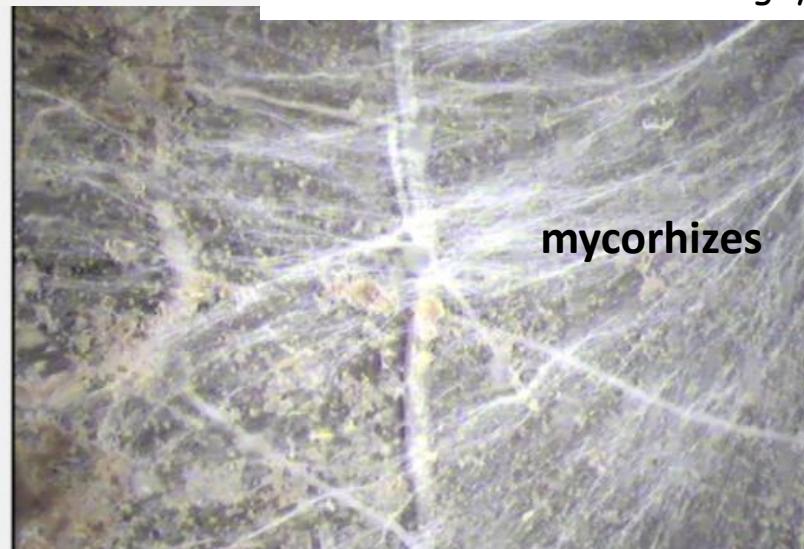


Photo: AAC - Marie-Noëlle Thivierge

Santé du sol et gestion de l'azote

Comment tirer profit de la fourniture d'azote du sol ?

- Que les racines explorent TOUT le profil de sol !



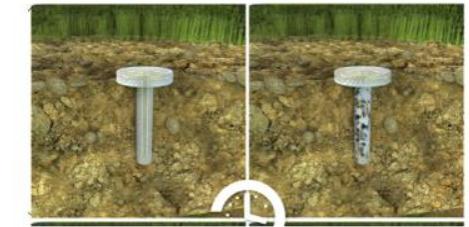
Santé du sol et gestion de l'azote

Comment tirer profit de la fourniture d'azote du sol ?

- Prévoir la capacité du sol à fournir l'azote...
 - Très difficile pour l'instant; pas de tests précis et juste à tout coup...
- Qu'est-ce qui est mieux ?
 - Tenter de prédire la capacité du sol à fournir l'azote sur une base annuelle OU
 - Connaître la capacité moyenne interannuelle par l'observation ?



University of Colorado Boulder



Printed Biodegradable Sensors for Monitoring Soil Conditions

Printed sensors based on biodegradable materials for monitoring conditions in soil, such as soil nitrate concentration and soil moisture content.



Chrysalabs.com

Une analyse immédiate et des rendements impressionnantes

Test partiel des principes de la gestion des nutriments fondé sur les 4R à l'aide de technologies agricoles intelligentes, maintenant à portée de main.

Gestion de l'azote – comment progresser ?

Penser à plus long terme

1. Cheminer vers une réduction progressive de la fertilisation

- ✓ Une réduction de 20% des apports pourrait réduire les pertes environnementales de 50% ou plus; comment faire sans compromettre la rentabilité ?
- ✓ Évaluer les plus et les moins de nouvelles pratiques sur la rotation complète (cultures de couverture; retour d'azote...)
- ✓ Trouver « son X » pour chaque champ
- ✓ Gérer ses champs comme un troupeau laitier
 - chacun a ses particularités, ses potentialités et des besoins spécifiques pour les exprimer...



Photo: Radio-Canada

Gestion de l'azote – comment progresser ?

En attendant les outils prévisionnels...

- **Essais à la ferme**
 - Ex.: Réseaux sentinelle azote des PGQ
 - Être accompagné par conseiller(ère); chercheur (lab vivant)
 - Répéter les essais plus d'une année !
 - Idéalement sur rotation complète



RÉSEAU SENTINELLE AZOTE
RÉSULTATS DES ESSAIS
DE 2018 ET 2019

MARS 2020

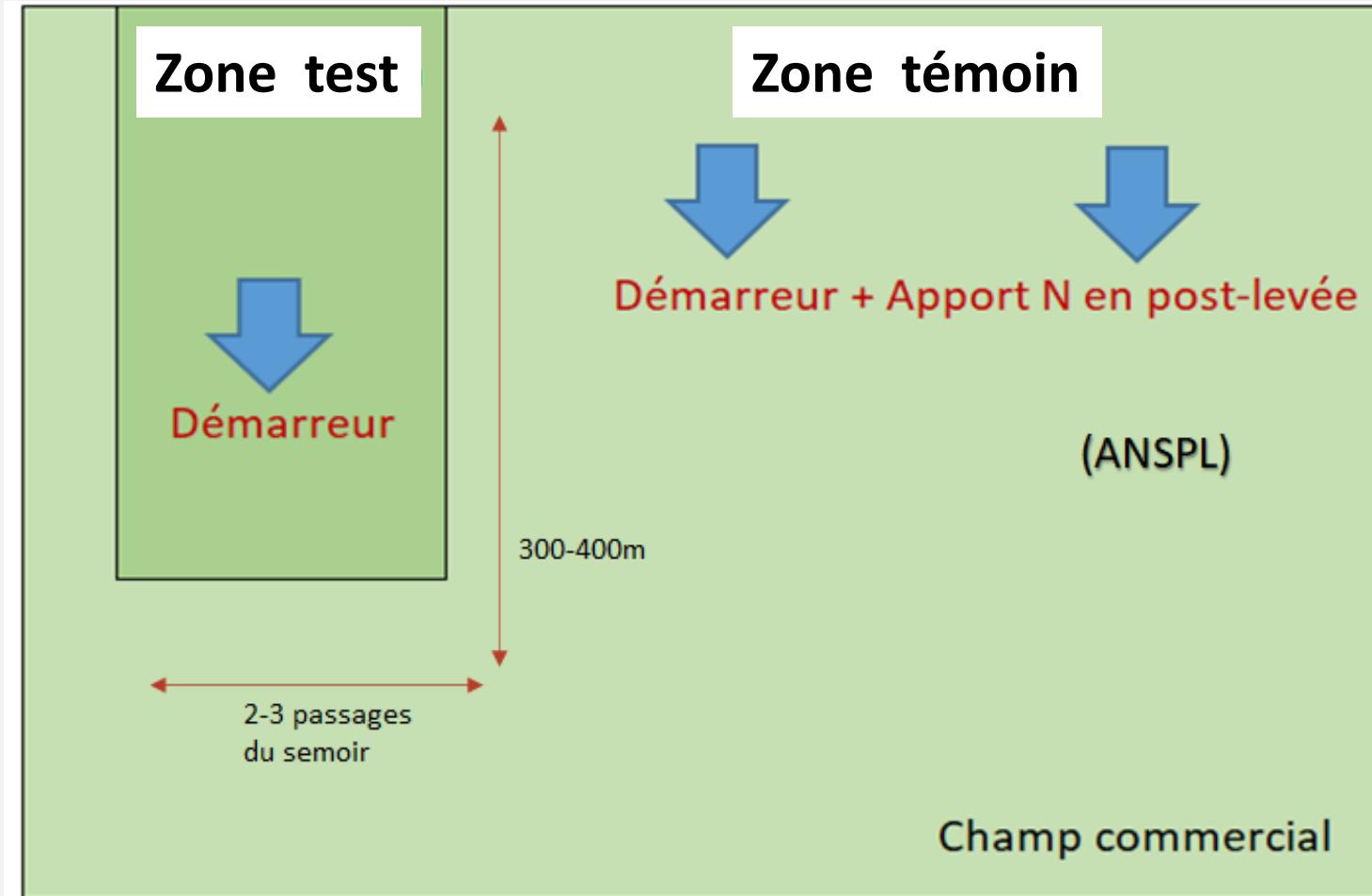
Projet financé par les Producteurs de grains du Québec et réalisé en collaboration avec le CÉROM, des producteurs et des clubs-conseils en agroenvironnement

Résultats compilés par le CÉROM et présentés par : Samara Driessen, agr. Professionnelle de recherche au CÉROM

PRODUCTEURS DE GRAINS DU QUÉBEC

Gestion de l'azote – comment progresser ?

En attendant les outils prévisionnels...



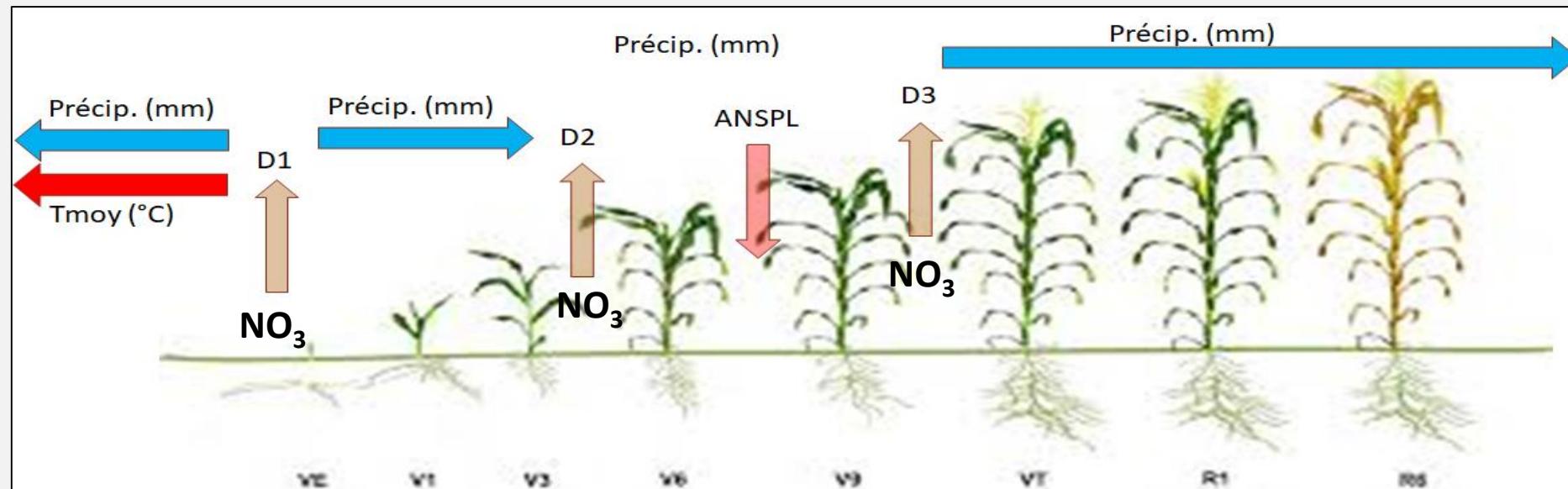
Rendement relatif:

$$\frac{\text{Zone test}}{\text{Zone témoin}} \times 100$$

Gestion de l'azote – comment progresser ?

En attendant les outils prévisionnels...

- Mesures stratégiques
 - Mesures de nitrates (sol et tiges) à des moments clé:
 - Validation de l'efficacité des pratiques
- Documenter le contexte pour utiliser l'intelligence artificielle
 - météo, propriétés de sol, pédopaysage, historique de culture, état de santé du sol,...



Gestion de l'azote – comment progresser ?

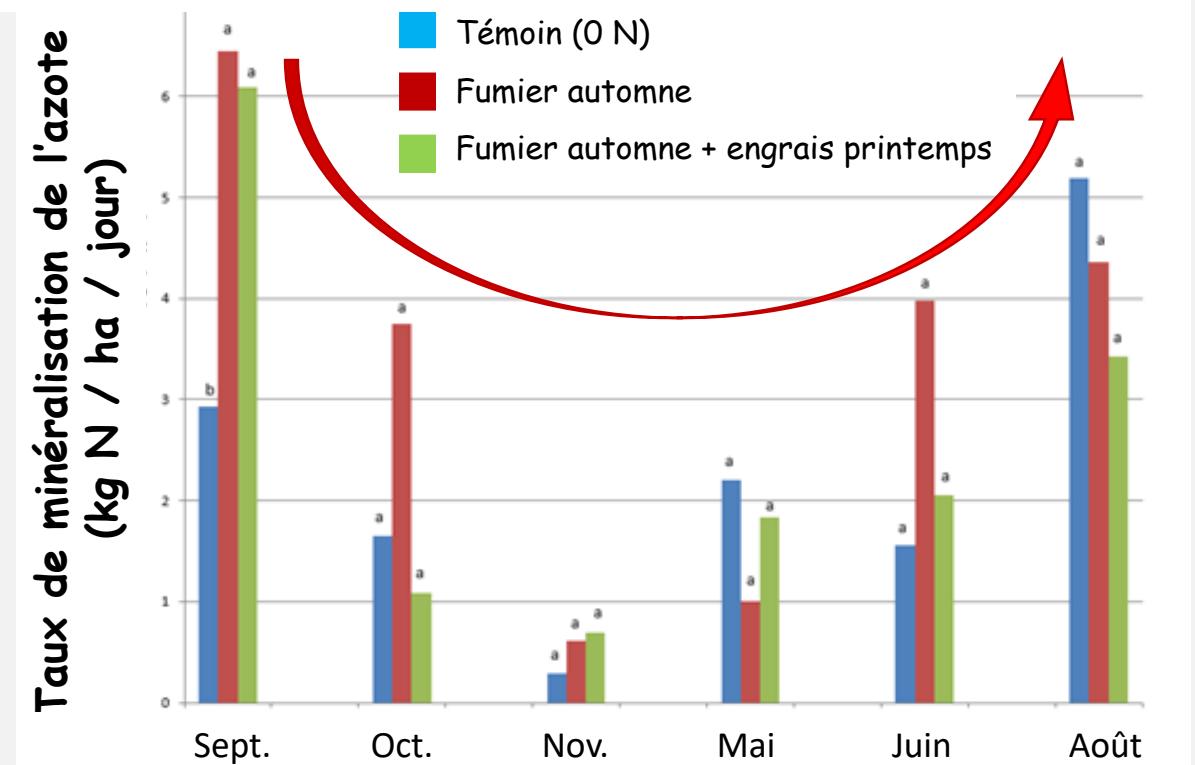
Penser à plus long terme

1. Cheminer vers une réduction progressive de la fertilisation
 - ✓ Évaluer les plus et les moins de nouvelles pratiques sur la rotation complète
 - ✓ Trouver « son X » pour chaque champ
 - ✓ Gérer ses champs comme un troupeau laitier : chacun a ses particularités...
2. Développer une connaissance de la capacité de nos sols à fournir de l'azote basée sur l'observation
 - ✓ Connaître le flux de minéralisation d'azote au cours du temps
 - ✓ Suivi des quantités de nitrates au cours du temps
 - ✓ Incubations *in situ*
 - pour identifier les « moments chauds »
 - pour améliorer la synchronicité et augmenter l'efficacité de l'azote du sol

Gestion de l'azote – comment progresser ?

- Le flux d'azote varie selon le climat et le type de sol
- Où sont les moments « chauds » ?

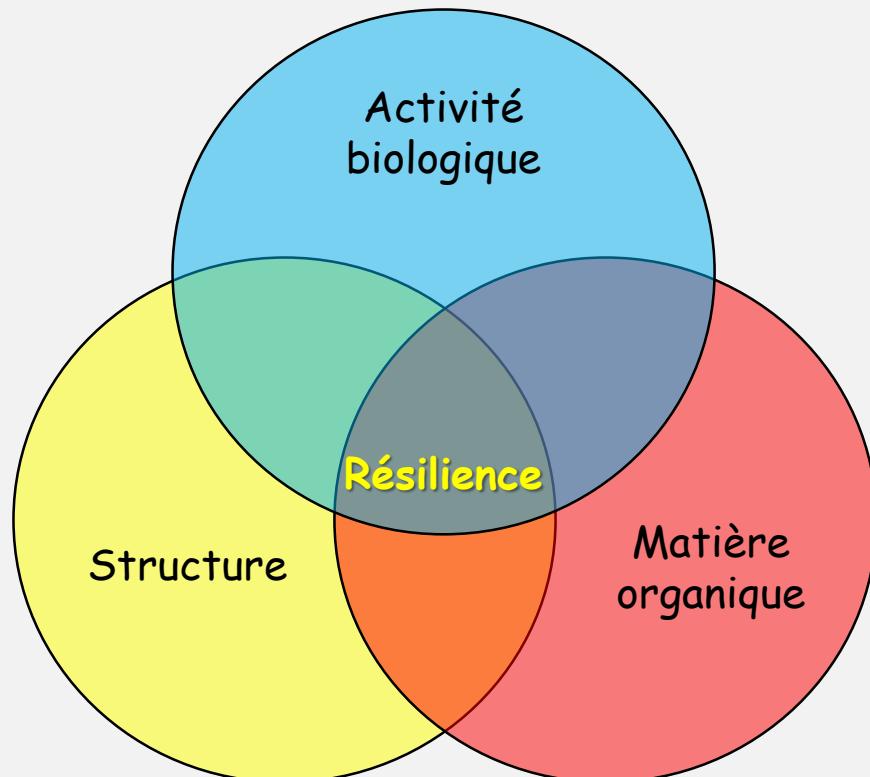
- Mesures de minéralisation *in situ*
 - ✓ 2016-2018
- Loams sableux/limoneux;
 - ✓ 3 à 10% de MO
- 50-60% minéralisation annuelle entre août et octobre
 - ✓ Cult. Couverture
 - ✓ Céréales d'automne



Résilience et changement climatique

Devenir résilient c'est... :

- passer de la quête du rendement maximal dans un environnement changeant et imprévisible, à l'atteinte d'un rendement stable et prévisible...



Résilience et changement climatique

Devenir résilient c'est miser sur la santé du sol :

- réduire l'intensité du travail du sol
- couvrir le sol en permanence: cultures pérennes et autres cultures de couverture...
- offrir une nourriture de qualité et un habitat favorable à nos alliés (champignons; vers; racines)



Bénéfices obtenus:

- Rendements plus stables d'une année à l'autre
- Réduction significative des apports d'azote (jusqu'à 50%)
- Meilleur égouttement: on entre dans le champ plus tôt et on en sort plus tard
- Meilleure portance: MO et racines = ossature



Résilience et changement climatique

Bonnes pratiques - un impact différent selon l'échelle des interventions

Résilience face au changement climatique



Atténuation du
Changement climatique



En bref...

- Améliorer la santé des sols devrait être le point de départ de toute réflexion sur les pratiques « bénéfiques » à utiliser.
 - Structure - Activité biologique - Matière organique
- Parce que toute pratique visant à améliorer la productivité et la durabilité de l'entreprise portera fruit à condition que le sol soit en santé.
 - Ex: gestion de l'azote sur sol compacté...
- La MO est ce qui permet la structuration des sols - c'est l'ossature du sol.
 - Les microorganismes, les racines et les invertébrés en sont les artisans
- Pensons à nos alliés: champignons, racines et vers de terre.
 - Réduire l'intensité et la profondeur de travail du sol...
 - Offrir un apport prolongé de nourriture de qualité: cultures de couverture